

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-94947

(43)公開日 平成6年(1994)4月8日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G02B 6/42

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7132-2X

審査請求 未請求 請求項の数1 (全6頁)

(21)出願番号 特願平4-240964

(22)出願日 平成4年(1992)9月9日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 高橋 正彦

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

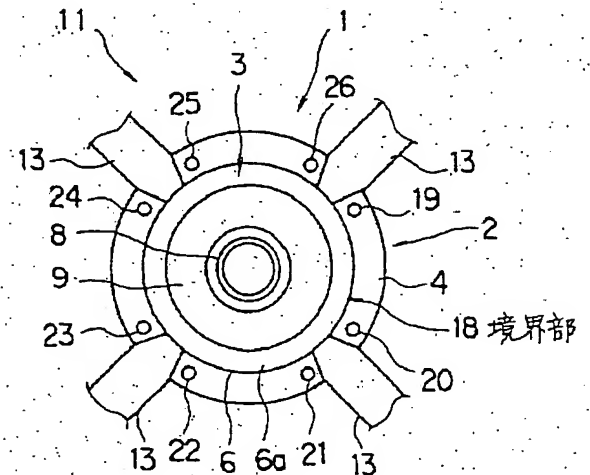
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】光通信ファイバモジュールの光軸補正方法

(57)【要約】

【目的】光通信ファイバモジュールの光軸補正を短時間で行うことができるとともに、ステム部とホルダ部とを分離させることのない光軸補正方法を提供することにある。

【構成】複数箇所に溶接を施してステム部2とホルダ部3とを仮結合する第1の工程と、フランジ部9の周縁部に沿って溶接し変化した光量の値を基にして位置ずれ量を予想する第2の工程と、レーザダイオード5の光軸と光ファイバ8の光軸との位置ずれ方向を予想する第3の工程と、ステム部2とホルダ部3とを相対変位させ、光量調節方向を決定する第4の工程と、位置ずれ方向と光量調節方向とを基にして補正方向を決定するとともに補正エリアを設定する第5の工程と、補正エリア内におさまるよう変位量を調節しながらレーザダイオード5の光軸と光ファイバ8の光軸との位置ずれを補正する第6の工程とを具備した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光素子を備えたステム部を X-Y 方向にそれぞれ変位自在な位置決めステージ上に固定し、光ファイバを保持するとともにフランジ部を有するホルダ部を上記ステム部に組合わせ、上記フランジ部を上記ステム部に当接させ、上記光素子の光軸と上記光ファイバの光軸とを位置合せし、上記フランジ部の周縁部に沿うとともに同心円上に並び互いに離間した複数箇所に溶接を施して上記ステム部と上記ホルダ部とを仮結合する第 1 の工程と、上記フランジ部の周縁部に沿った部分に溶接を施すとともにこの溶接に伴って変化した光量の値を基にして位置ずれ量を予想する第 2 の工程と、上記第 2 の工程において溶接を施された箇所を基にして上記光素子の光軸と上記光ファイバの光軸との位置ずれ方向を予想する第 3 の工程と、上記位置決めステージを X 方向および Y 方向にそれぞれ駆動し上記ステム部と上記ホルダ部とを相対変位させて光量の増減を検出し、光量調節方向を決定する第 4 の工程と、上記位置ずれ方向と上記光量調節方向とを基にして補正方向を決定するとともに、この補正方向を基にして補正エリアを設定する第 5 の工程と、上記補正エリア内におさまるよう変位量を調節しながら上記ステム部と上記ホルダ部とを相対変位させて上記光素子の光軸と上記光ファイバの光軸との位置ずれを補正する第 6 の工程とを具備した光通信用ファイバモジュールの光軸補正方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば、レーザダイオードなどの光素子と光ファイバとを光学的に結合する光通信用ファイバモジュールの光軸補正方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 例えば、図 8 に示すような光通信用ファイバモジュール 1 (以下、ファイバモジュールと称する) が知られている。このファイバモジュール 1 は、SMF-LD モジュールである。そして、ファイバモジュール 1 は、ステム部 2 とホルダ部 3 とを有しており、ホルダ部 3 をステム部 2 に組合わせて結合している。

【0003】 ステム部 2 は、円板部 4 の板面上に光素子としてのレーザダイオード 5 を固定している。さらに、ステム部 2 は、円板部 4 の板面上に同心的に配置され、軸方向一端部を開放するとともに他端部を略平坦に加工された円筒状のキャップ 6 を有している。そして、ステム部 2 は、このキャップ 6 を円板部 4 に気密的に結合しており、キャップ 6 によってレーザダイオード 5 を覆っている。さらに、ステム部 2 は、キャップ 6 に球レンズ 7 を固定しており、この球レンズ 7 をレーザダイオード 5 に対向させている。

【0004】 ホルダ部 3 は、段付な円筒状に成形されたもので、小径側に光ファイバ 8 の一端部を同心的に差込まれるとともに、この光ファイバ 8 の一端部を固定し保

持している。さらに、ホルダ部 3 は大径側に、ホルダ部 3 の軸心を中心として真円状に延びるフランジ部 9 を有している。そして、ホルダ部 3 は、ステム部 2 のキャップ 6 上に同心的に配置されており、フランジ部 9 をキャップ 6 に当接させている。

【0005】 つまり、ファイバモジュール 1 は、ステム部 2 に突設された端子 10... を介してレーザダイオード 5 に電力を付加され、付加された電力に応じてレーザダイオード 5 を発光させる。そして、レーザダイオード 5 から出力されたレーザ光を球レンズ 7 により集光したのち、光ファイバ 8 に入力する。

【0006】 ここで、図 8 に示すファイバモジュール 1 は発光側モジュールであるが、受光側モジュールも発光側モジュールと同様の構造を有している。そして、受光側モジュールは、光ファイバ 8 により伝送された光信号を光センサにより電気信号に変換し、光信号に応じた値の電気信号を出力する。

【0007】 また、レーザダイオード 5 の光軸と光ファイバ 8 の光軸との位置合せは、ステム部 2 とホルダ部 3 とを任意に相対変位させ、光ファイバ 8 に入射する光量を増加させる補正方向を探し出すことにより行われている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述のように、ステム部 2 とホルダ部 3 とを任意に相対変位させて補正方向を探していたのでは、ステム部 2 とホルダ部 3 とが正確な補正方向に関係のない無駄な方向へ相対変位することがあり、光軸補正に多くの時間を要する。

【0009】 また、光軸補正が開始されてから終了するまでのステム部 2 とホルダ部 3 との相対変位量が多いため、溶接のポイントが外れてステム部 2 とホルダ部 3 とを分離させてしまうことが考えられた。

【0010】 本発明の目的とするところは、光通信用ファイバモジュールの光軸補正を短時間で行うことができるとともに、ステム部とホルダ部とを分離させることのない光軸補正方法を提供することにある。

## 【0011】

【課題を解決するための手段および作用】 上記目的を達成するために本発明は、光素子を備えたステム部を X-Y 方向にそれぞれ変位自在な位置決めステージ上に固定し、光ファイバを保持するとともにフランジ部を有するホルダ部をステム部に組合わせ、フランジ部をステム部に当接させ、光素子の光軸と光ファイバの光軸とを位置合せし、フランジ部の周縁部に沿うとともに同心円上に並び互いに離間した複数箇所に溶接を施してステム部とホルダ部とを仮結合する第 1 の工程と、フランジ部の周縁部に沿った部分に溶接を施すとともにこの溶接に伴って変化した光量の値を基にして位置ずれ量を予想する第 2 の工程と、第 2 の工程において溶接を施された箇所を基にして光素子の光軸と光ファイバの光軸との位置ず

れ方向を予想する第 3 の工程と、位置決めステージを X 方向および Y 方向にそれぞれ駆動しステム部とホルダ部とを相対変位させて光量の増減を検出し、光量調節方向を決定する第 4 の工程と、位置ずれ方向と光量調節方向とを基にして補正方向を決定するとともに、この補正方向を基にして補正エリアを設定する第 5 の工程と、補正エリア内におさまるよう変位量を調節しながらステム部とホルダ部とを相対変位させて光素子の光軸と光ファイバの光軸との位置ずれを補正する第 6 の工程とを具備したことにある。

【0012】こうすることによって本発明は、光通信用ファイバモジュールの光軸補正に要する時間を短縮でき、さらに、ステム部とホルダ部とが分離することを防止できるようにしたことにある。

【0013】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図 1 ～ 図 7 に基づいて説明する。なお、従来の技術の項で説明したものと重複するものについては同一番号を付し、その説明は省略する。

【0014】図 1 および図 2 中に符号 1 で示すのは、光通信用ファイバモジュール（以下、ファイバモジュールと称する）、符号 11 はこのファイバモジュール 1 の組立てに利用される組立機である。このうちファイバモジュール 1 は、発光側モジュールとして利用されるもので、レーザダイオード等の光素子をステム部 2 と、光ファイバの一端部を差込まれて保持したホルダ部 3 とにより構成されている。ここで、光ファイバ 8 はホルダ部 3 にはんだ付けされている。そして、図 2 中の符号 12 は、はんだを示している。

【0015】上記組立機 11 は、板体からなる 4 つの加圧レバー 13 … と、X - Y 方向に例えば  $0.1 \mu\text{m}$  単位で水平に変位することが可能な位置決めステージとしてのパルスステージ 14 とを備えている。そして、組立機 11 は、図 2 中に示すように、回転自在な保持爪 15 を有する保持機 16 をパルスステージ 14 上に固定している。

【0016】また、組立機 11 は、加圧レバー 13 … をパルスステージ 14 上に配置している。さらに、組立機 11 は、加圧レバー 13 … を例えば水平方向および上下方向に変位させること、および、加圧レバー 13 … の変位量を任意に調節することができるようになっている。そして、組立機 11 は、加圧レバー 13 … とパルスステージ 14 とを個別に駆動できるようになっている。

【0017】そして、組立機 11 は、保持機 16 にステム部 2 を載置し、保持爪 15 をステム部 2 の円板部 4 に係止させて、ステム部 2 をパルスステージ 14 に固定している。さらに、組立機 11 は、加圧レバー 13 … を移動させてファイバモジュール 1 に近付け、ホルダ部 3 を略等間隔な四方から押え付けている。また、組立機 11 は加圧レバー 13 … を、フランジ部 9 に当接させてキャ

ップ 6 の上面 6 a に押し付けている。そして、組立機 11 は加圧レバー 13 … により、ホルダ部 3 をステム部 2 に対して同心的に位置決めしながら保持している。ここで、図 2 中の符号 17 で示すのは YAG レーザ溶接用の集光レンズである。つぎに、光軸補正方法について説明する。

【0018】まず、ステム部 2 がキャップ 6 を上方に向けた状態で X - Y テーブル上に載置される。そして、ホルダ部 3 がこのステム部 2 に上方から同心的に組合わされ、フランジ部 9 をキャップ 6 に当接させる。

【0019】さらに、加圧レバー 13 … がホルダ部 3 に近付き、ホルダ部 3 を挟み付けるとともに、その先端部をフランジ部 9 に接触させる。そして、加圧レバー 13 … が、その板面をフランジ部 9 に接触させるとともにフランジ部 9 を押圧し、キャップ 6 の上面 6 a に圧接させる。そして、加圧レバー 13 … は、フランジ部 9 とキャップ 6 の、真円状に延びる境界部 18 の 4 箇所を押え付け、フランジ部 9 をキャップ 6 の上面 6 a にならわせる。

【0020】さらに、ステム部 2 内のレーザダイオードに電力が付加される。そして、レーザダイオード 5 が発光した状態で、組立機 11 によりステム部 2 とホルダ部 3 とが相対変位させられる。そして、レーザダイオードの光軸と光ファイバ 8 の光軸との位置合せが行われ、光ファイバ 8 に所定の光量のレーザ光が入射する。

【0021】そして、レーザダイオード 5 の光軸と光ファイバ 8 の光軸とが位置合せされた状態で、YAG レーザ溶接が行われる。この溶接は、図 1 中に示すように、フランジ部 9 とキャップ 6 との境界部 18 に沿うとともに各加圧レバー 13 … を挟んで位置する 8 箇所に行われる。そして、ステム部 2 とホルダ部 3 とが仮結合される。ここで、図 1 中および図 3 中に符号 19 ～ 26 で示すのは、仮結合の際に形成される溶接ポイントである。仮結合ののち、境界部 18 に沿った 1 箇所が選択され、その部分に YAG 溶接が施される。

【0022】ステム部 2 とホルダ部 3 との間の境界部 18 に部分的な溶接を施すと、ステム部 2 とホルダ部 3 とが相対変位し、レーザダイオード 5 の光軸と光ファイバ 8 の光軸との間に位置ずれが生じることがある。そして、この位置ずれの原因は、溶接の際に発生する熱収縮により、ホルダ部 3 が溶接ポイントの側に引張られることであると考えられる。

【0023】また、光ファイバ 8 の出力と光軸の位置ずれとの間には、図 4 に示すような関係がある。つまり、図 4 中のグラフの横軸は位置ずれ量を示しており、縦軸は光ファイバ 8 の出力を示している。そして、光ファイバ 8 の出力は、位置ずれ量が零の時にピークとなり、位置ずれ量が増大するにしたがって低下する。

【0024】そして、図 4 のグラフがデータとして利用され、位置ずれ量が予想される。つまり、溶接前と溶接

後の出力が記憶され、例えば溶接前に 0.3 mW だった出力が溶接後に 0.2 mW に変化したとすると、図 4 のグラフをもとに位置ずれ量が判断され、0.2 mW に対応する 3  $\mu$ m が位置ずれ量として予想される。

【0025】 つぎに、位置ずれ方向が予想される。つまり、例えば図 3 中に符号 19 で示す溶接ポイントの付近に溶接が行われた場合、位置ずれ方向は、図中の基準点 27 と溶接ポイント 19 の付近の部位とを結ぶ方向、即ち図 5 中の a 方向に予想される。また、溶接ポイント 20 については、同様に図 5 中の b 方向が位置ずれ方向として予想される。

【0026】 さらに、パルスステージ 14 が駆動され、ステム部 2 がホルダ部 3 に対して変位することに伴う出力の変化が検出される。パルスステージ 14 の駆動量は、パルスステージの最小パルス分 (例えば、0.2  $\mu$ m) に設定されている。

【0027】 パルスステージ 14 を最小パルス分駆動しても出力が変化しない場合には、パルスステージ 14 が再度駆動される。この場合、パルスステージ 14 のバックラッシュがどの程度あるのか分からなければ、パルスステージ 14 の駆動量は、1 回の駆動につき最大 2  $\mu$ m に設定される。

【0028】 そして、パルスステージ 14 が X 軸方向に変位した際の出力の変化と、パルスステージ 14 が Y 軸方向に変位した際の出力変化とを基に、図 6 中に示す光量調節方向が決定される。

【0029】 例えば、パルスステージ 14 が X 軸の + 側に移動した時に出力の上昇が検出され、かつ、パルスステージ 14 が Y 軸の + 側に移動した時に出力の上昇が検出された場合には、光量調節方向は、図 6 中の A 方向に決定される。

【0030】 また、例えば、パルスステージ 14 が X 軸の + 側に移動した時に出力の上昇が検出され、かつ、パルスステージ 14 が Y 軸の + 側に移動しても - 側に移動しても出力の上昇が検出されない場合には、光量調節方向は、図 6 中の B 方向に決定される。ここで、図 6 中の A ~ H 方向は、パルスステージ 14 の移動方向を基準として等間隔に設定されている。このうち、予想された位置ずれ量と位置ずれ方向、および、決定された光量調節方向とを基に、補正方向が決定されるとともに、補正エ

リアが設定される。

【0031】 例えば、位置ずれ方向が図 5 中の I 方向に予想され、光量調節方向が図 6 中の A 方向に決定されれば、図 7 に示すように、合成された両方向 I、A の間の角度を 2 等分する方向  $\alpha$  に、補正方向が決定される。ここで、位置ずれ方向 I と光量調節方向 A とが 90 度以上ずれている場合には、補正方向  $\alpha$  は光量調節方向 A と一致するよう決定される。また、補正エリアは、下式、

$$(\text{予想された位置ずれ量}) + (\text{バックラッシュ}) \times 1$$

により求まる値  $\beta$  を一片とし、補正方向  $\alpha$  に中心線を一致させた正方形のエリアである。例えば、予想された位置ずれ量が 3  $\mu$ m、バックラッシュが 2  $\mu$ m であれば、図 7 中に示すように補正エリア  $\gamma$  は、1 辺が 5.4  $\mu$ m の正方形になる。

【0032】 そして、設定された補正エリア  $\gamma$  の範囲内で光軸補正が行われる。そして、光量が上昇している間は同一方向にパルスステージ 14 が駆動される。また、光量が減少するまで、或いは、駆動量が補正エリア  $\gamma$  の範囲から外れるまで、パルスステージ 14 の同一方向への駆動が続けられる。また、光量が目標値に達すれば、光軸補正が終了する。なお、これらの各工程は、人手を介さず自動的に行われる。

【0033】 すなわち、このような光軸補正方法によれば、ステム部 2 とホルダ部 3 とを無駄な方向へ相対変位させることを防止でき、無駄なく正確に光軸補正を行うことができる。したがって、光軸補正に要する時間を短縮することができる。

【0034】 また、ステム部 2 とホルダ部 3 との相対変位量を、補正エリア  $\gamma$  内に限定しているため、ステム部 2 とホルダ部 3 との間の溶接ポイントに過度に大きな力が加わることを防止できる。そして、光軸補正の際にステム部 2 とホルダ部 3 とが分離することを防止できる。なお、本発明は、受光側モジュールの光軸補正にも適用可能である。

【0035】

【発明の効果】 以上説明したように本発明は、光素子を備えたステム部を X-Y 方向にそれぞれ変位自在な位置決めステージ上に固定し、光ファイバを保持するとともにフランジ部を有するホルダ部をステム部に組合わせ、フランジ部をステム部に当接させ、光素子の光軸と光ファイバの光軸とを位置合せし、フランジ部の周縁部に沿うとともに同心円上に並び互いに離間した複数箇所に溶接を施してステム部とホルダ部とを仮結合する第 1 の工程と、フランジ部の周縁部に沿った部分に溶接を施すとともにこの溶接に伴って変化した光量の値を基にして位置ずれ量を予想する第 2 の工程と、第 2 の工程において溶接を施された箇所を基にして光素子の光軸と光ファイバの光軸との位置ずれ方向を予想する第 3 の工程と、位置決めステージを X 方向および Y 方向にそれぞれ駆動しステム部とホルダ部とを相対変位させて光量の増減を検出し、光量調節方向を決定する第 4 の工程と、位置ずれ方向と光量調節方向とを基にして補正方向を決定するとともに、この補正方向を基にして補正エリアを設定する第 5 の工程と、補正エリア内におさまるよう変位量を調節しながらステム部とホルダ部とを相対変位させて光素子の光軸と光ファイバの光軸との位置ずれを補正する第 6 の工程とを具備した。

【0036】 したがって本発明は、光通信用ファイバモジュールの光軸補正に要する時間を短縮でき、さらに、

ステム部とホルダ部とが分離することを防止できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 光通信用ファイバモジュールと組立機とを上方から見た状態を示す概略図。

【図2】 光通信用ファイバモジュールと組立機とを部分的に縦断して側方から見た状態を示す概略図。

【図3】 溶接ポイントを示す説明図。

【図4】 位置ずれ量と光ファイバの出力との関係を示すグラフ。

【図5】 位置ずれ方向を示す説明図。

【図6】 光量調節方向を示す説明図。

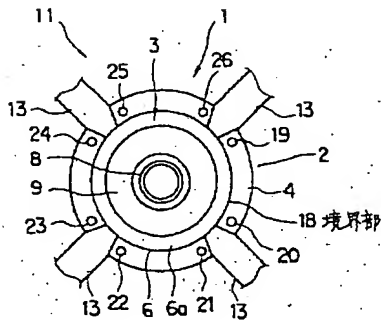
【図7】 補正方向と補正エリアとを示す説明図。

【図8】 一般の光通信用ファイバモジュールを一部破断して示す斜視図。

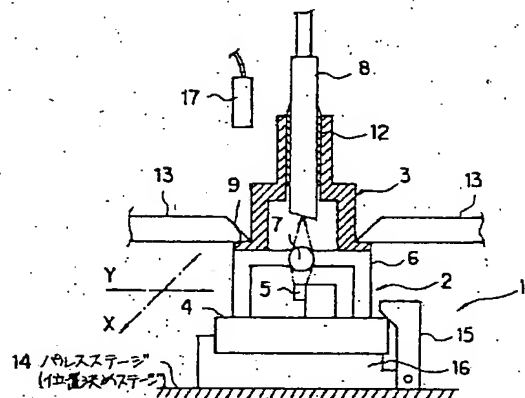
【符号の説明】

1…光通信用ファイバモジュール、2…ステム部、3…ホルダ部、5…レーザダイオード（光素子）、8…光ファイバ、9…フランジ部、14…パルスステージ（位置決めステージ）、18…境界部。

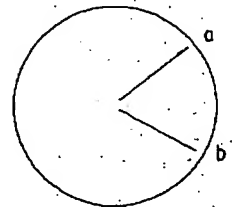
【図1】



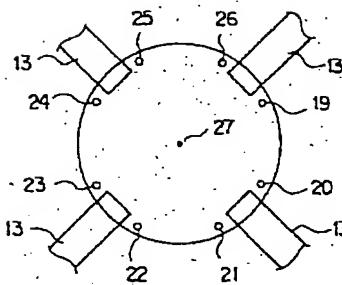
【図2】



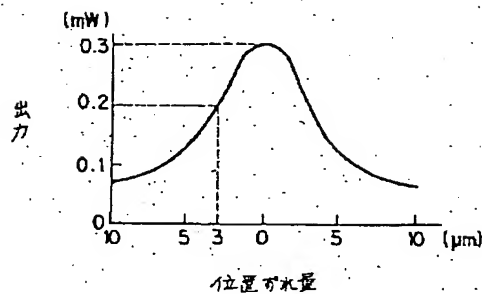
【図5】



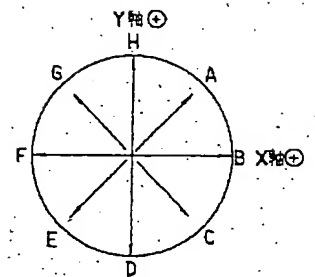
【図3】



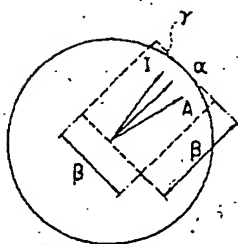
【図4】



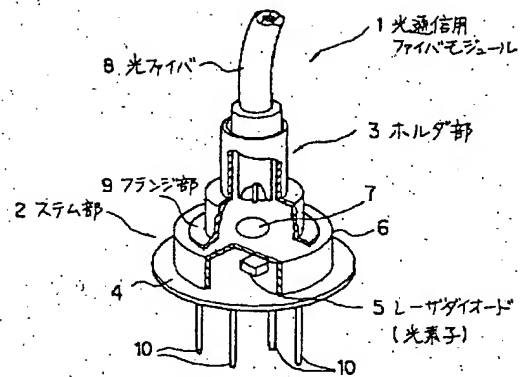
【図6】



【図7】



【図 8】



OPTICAL AXIS CORRECTING METHOD FOR OPTICAL COMMUNICATIONS  
FIBER MODULE

Japanese Unexamined Patent No. Hei-6-94947

Laid-open on: April 8, 1994

Application No. Hei-4-240964

Filed on: September 9, 1992

Applicant: Toshiba Corporation

Inventor: Masahiko TAKAHASHI

Patent Attorney: Takehiko SUZUE

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION]

Optical axis correcting method for optical communications  
fiber module

[ABSTRACT]

[Object] An object of the present invention is to provide an optical axis correcting method which can carry out an optical axis correction of an optical communications fiber module in a short period of time and which never separates a stem portion and a holder portion.

[Construction] An optical axis correcting method comprises:

a first step of temporarily coupling a stem portion 2 and a holder portion 3 by applying welding to a plurality of positions; a second step of estimating an amount of misalignment based on a value of light amount changed as a result of welding along a peripheral portion of a flange portion 9; a third step of estimating a direction of misalignment between the optical axis of laser diode 5 and an optical axis of an optical fiber 8; a fourth step of determining a light amount adjusting direction by relatively displacing a stem portion 2 and a holder portion 3; a fifth step of determining a correcting direction based on the misalignment direction and light amount adjusting direction and setting a correcting area; and a sixth step of correcting a misalignment between the optical axis of the laser diode 5 and optical axis of the optical fiber 8 while adjusting the amount of displacement so as to be within the correcting area.

[WHAT IS CLAIMED IS;]

[Claim 1] An optical axis correcting method for an optical communications fiber module comprising: a first step of fixing a stem portion with an optical element onto a positioning stage freely displaceable in X-Y directions, respectively, holding an optical fiber and interlocking a holder portion having a flange portion, bringing said flange portion into



contact against said stem portion, aligning an optical axis of said optical element with an optical axis of said optical fiber, and temporarily coupling said stem portion and said holder portion by applying welding to a plurality of mutually spaced positions along a marginal portion of said flange portion and arranged on an concentric circle; a second step of applying welding to a part along the marginal portion of said flange portion and estimating an amount of misalignment based on a value of light amount changed as a result of this welding; a third step of estimating a direction of misalignment between the optical axis of said optical element and optical axis of said optical fiber based on a position to which welding has been applied in said second step; a fourth step of detecting an increase/decrease in light amount by relatively displacing said stem portion and said holder portion by driving said positioning stage in the X-direction and Y-direction, respectively, and thereby determining a light amount adjusting direction; a fifth step of determining a correcting direction based on said misalignment direction and said light amount adjusting direction and setting a correcting area based on this correcting direction; and a sixth step of correcting a misalignment between the optical axis of said optical element and optical axis of said optical fiber by relatively displacing

said stem portion and said holder portion while adjusting the amount of displacement so as to be within said correcting area.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to an optical axis correcting method for an optical communications fiber module to optically couple an optical element such as a laser diode and an optical fiber, for example.

[0002]

[Prior Arts] For example, an optical communications fiber module 1 as shown in Fig. 8 (hereinafter, referred to as a fiber module) is known. This fiber module 1 is an SMF-LD module. Moreover, the fiber module 1 has a stem portion 2 and a holder portion 3, and the holder portion 3 is coupled to the stem portion 2 by interlocking.

[0003] In the stem portion 2, a laser diode 5 as an optical element is fixed on a plate surface of a circular plate portion 4. Furthermore, the stem portion 2 has a cylindrical cap 6 which is concentrically arranged on the plate surface of the circular plate portion 4, whose one end portion in the axial direction is opened, and whose other end portion is processed roughly flat. Moreover, in the stem portion 2, this cap 6 is airtightly coupled to the circular plate portion 4, and the

laser diode 5 is covered by the cap 6. Furthermore, the stem portion 2, a ball lens 7 is fixed to the cap 6, and this ball lens 7 is opposed to the laser diode 5.

[0004] The holder portion 3 is shaped in a stepped cylindrical form, which has, at its small-diameter side, one end portion of an optical fiber 8 concentrically inserted and which fixes and holds this one-end portion of the optical fiber 8. Furthermore, the holder portion 3 has, at its large-diameter side, a flange portion 9 extending in a perfect-circular shape around an axis center of the holder portion 3. Moreover, the holder portion 3 is concentrically arranged on the cap 6 of the stem portion 2 and brings the flange portion 9 into contact against the cap 6.

[0005] Namely, the fiber module 1 is supplied with electric power at the laser diode 5 via terminals 10... provided in a protruding manner on the stem portion 2, and makes the laser diode 5 emit light according to the supplied electric power. Moreover, after concentrating laser light outputted from the laser diode 5 by use of the ball lens 7, the fiber module 1 inputs the same into the optical fiber 8.

[0006] Herein, the fiber module 1 as shown in Fig. 8 is an emission-side module, a reception-side module also has a structure similar to that of the emission-side module. Then,

the reception-side module converts a light signal transmitted through the optical fiber 8 to an electric signal by use of an optical sensor, and outputs an electric signal of a value according to the light signal.

[0007] In addition, alignment between the optical axis of the laser diode 5 and optical axis of the optical fiber 8 is carried out by finding a correcting direction to increase a light amount made incident into the optical fiber 8 by arbitrarily relatively displacing the stem portion 2 and holder portion 3.

[0008]

[Themes to be Solved by the Invention] However, when a correcting direction is found by arbitrarily relatively displacing the stem portion 2 and holder portion 3 as described above, the stem portion 2 and holder portion 3 may be relatively displaced in an useless direction irrelevant to an accurate correcting direction, therefore, an optical axis correction requires a great deal of time.

[0009] In addition, since the amount of relative displacement between the stem portion 2 and holder portion 3 from a start of an optical axis correction to its end is great, it is presumed that welding points come apart to separate the stem portion 2 and the holder portion 3.

[0010] An object of the present invention is to provide an optical axis correcting method which can carry out an optical axis correction of an optical communications fiber module in a short period of time and which never separates a stem portion and a holder portion.

[0011]

[Means for Solving Themes and Action] In order to achieve the above-described object, an optical axis correcting method for an optical communications fiber module comprises: a first step of fixing a stem portion with an optical element onto a positioning stage freely displaceable in X-Y directions, respectively, holding an optical fiber and interlocking a holder portion having a flange portion, bringing the flange portion into contact against the stem portion, aligning an optical axis of the optical element with an optical axis of the optical fiber, and temporarily coupling the stem portion and the holder portion by applying welding to a plurality of mutually spaced positions along a marginal portion of the flange portion and arranged on an concentric circle; a second step of applying welding to a part along the marginal portion of the flange portion and estimating an amount of misalignment based on a value of light amount changed as a result of this welding; a third step of estimating a direction of misalignment

between the optical axis of the optical element and optical axis of the optical fiber based on a position to which welding has been applied in the second step; a fourth step of detecting an increase/decrease in light amount by relatively displacing the stem portion and the holder portion by driving the positioning stage in the X-direction and Y-direction, respectively, and thereby determining a light amount adjusting direction; a fifth step of determining a correcting direction based on the misalignment direction and the light amount adjusting direction and setting a correcting area based on this correcting direction; and a sixth step of correcting a misalignment between the optical axis of the optical element and optical axis of the optical fiber by relatively displacing the stem portion and the holder portion while adjusting the amount of displacement so as to be within the correcting area.

[0012] The present invention thereby makes it possible to shorten the time required for an optical axis correction of an optical communications fiber module and, moreover, to prevent a separation between the stem portion and holder portion.

[0013]

[Preferred Embodiment] Hereinafter, an embodiment of the present invention will be described based on Fig. 1 through

Fig. 7. Herein, for components which overlap those described in the section of prior arts, identical numbers will be used and a description thereof will be omitted.

[0014] As shown by symbol 1 in Fig. 1 and Fig. 2, is an optical communications fiber module (hereinafter, referred to as a fiber module), and a symbol 11 is an assembling machine utilized for assembling of this fiber module 1. Of these, the fiber module 1 is utilized as an emission-side module, which is composed of a stem portion 2 having an optical element such as a laser diode and a holder portion 3 which has one end portion of an optical fiber inserted and holds the same. Herein, an optical fiber 8 is soldered to the holder portion 3. And, a symbol 12 in Fig. 2 shows a solder.

[0015] The above-described assembling machine 11 comprises four pressure levers 13... and a pulse stage 14 as a positioning stage capable of being horizontally displaced in the X-Y directions in increments of  $0.1\mu\text{m}$ , for example. And, the assembling machine 11 fixes, as shown in Fig. 2, a retainer 16 having a freely turnable retaining nail 15 onto the pulse stage 14.

[0016] In addition, the assembling machine 11 arranges the pressure levers 13... on the pulse stage 14. Furthermore, the assembling machine 11 is capable of displacing the pressure

levers 13... in, for example, the horizontal direction and up-and-down direction and arbitrarily adjusting the amount of displacement of the pressure levers 13.... And, the assembling machine 11 can separately drive the pressure levers 13... and pulse stage 14..

[0017] Moreover, the assembling machine 11 mounts the stem portion 2 on the retainer 16 and latches the retaining nail 15 with the circular plate portion 4 of the stem portion 2 to fix the stem portion 2 to the pulse stage 14. Furthermore, the assembler 11 shifts the pressure levers 13... to bring the same close to the fiber module 1 and hold down the holder portion 3 from an approximately equally-spaced, four directions. In addition, the assembling machine 11 brings the pressure levers 13... into contact against a flange portion 9 and presses the same against an upper surface 6a of a cap 6. Then, the assembling machine 11 holds, by the pressure levers 13..., the holder portion 3 while concentrically positioning the same with respect to the stem portion 2. Herein, shown by a symbol 17 in Fig. 2 is a condenser lens for YAG laser welding. Next, a description will be given of an optical axis correcting method.

[0018] First, the stem portion 2 is, with its cap 6 facing upward, mounted on an X-Y table. Then, the holder portion 3 is



concentrically interlocked with this stem portion 2 from the upside to bring the flange portion 9 into contact against the cap 6.

[0019] Furthermore, the pressure levers 13... approach the holder portion 3 to clamp the holder portion 3 and make its front end portion contact with the flange portion 9. Then, the pressure levers 13... make its plate surface contact with the flange portion 9 and depress the flange portion 9 to pressure-contact the same with the upper surface 6a of the cap 6. Then, the pressure levers 13... hold down four positions of a boundary portion 18 extending in a perfect-circular shape between the flange portion 9 and cap 6 to make the flange portion 9 fit to the upper surface 6a of the cap 6.

[0020] Furthermore, electric power is supplied to a laser diode inside the stem portion 2. Then, while a laser diode 5 is emitting light, the stem portion 2 and holder portion 3 are relatively displaced by the assembling machine 11. And, alignment between the optical axis of the laser diode and optical axis of an optical fiber is carried out, and a laser light of a predetermined light amount is made incident into the optical fiber 8.

[0021] Then, while the optical axis of the laser diode 5 and the optical axis of the optical fiber 8 are being aligned, YAG

laser welding is carried out. This welding is, as shown in Fig. 1, carried out for eight positions along the boundary portion 18 between the flange portion 9 and cap 6 and positioned across the respective pressure levers 13.... Then, the stem portion 2 and holder portion 3 are temporarily coupled. Herein, shown by symbols 19-26 in Fig. 1 and Fig. 3 are welding points formed in temporary coupling. After temporary coupling, one point along the boundary portion 18 is selected and welding is applied to this part.

[0022] When partial welding is applied to the boundary portion 18 between the stem portion 2 and holder portion 3, the stem portion 2 and holder portion 3 may be relatively displaced to produce a misalignment between the optical axis of the laser diode 5 and optical axis of the optical fiber 8. And, the cause of this misalignment is considerable in that the holder portion 3 is drawn to a welding-point side as a result of a thermal contraction produced by welding.

[0023] In addition, between the optical fiber 8 output and optical axis misalignment, a relationship as shown in Fig. 4 exists. Namely, the horizontal axis of a graph in Fig. 4 shows an amount of misalignment, while the vertical axis shows an output of the optical fiber 8. And, the output of the optical fiber 8 peaks when the amount of misalignment is zero, and

gradually declines as the amount of misalignment increases.

[0024] Then, the graph of Fig. 4 is utilized as data to estimate an amount of misalignment. Namely, outputs before welding and after welding are stored, and if an output which was 0.3mW before welding is changed to 0.2mW, an amount of misalignment is judged based on the graph of Fig. 4, and 3 $\mu$ m corresponding to 0.2mW is estimated to be an amount of misalignment.

[0025] Next, a misalignment direction is estimated. Namely, when welding has been carried out in the vicinity of a welding point shown by symbol 19 in Fig. 3, for example, a misalignment direction is estimated to be a direction to connect a reference point 27 in the drawing and a part in the vicinity of the welding point 19, that is, a-direction in Fig. 5. In addition, as for the welding point 20, similarly, b-direction in Fig. 5 is estimated to be a misalignment direction.

[0026] Furthermore, the pulse stage 14 is driven, and a change in output as a result of a displacement with respect to the holder 3 is detected. A driving amount of the pulse stage 14 has been set to an amount for a minimum pulse (0.2 $\mu$ m, for example) of the pulse table.

[0027] In a case where the output does not change even when the pulse stage 14 is driven by an amount for the minimum pulse, the pulse stage is driven again. In this case, if to what extent

the pulse stage 14 has backlash is unknown, the driving amount of the pulse stage 14 is set to  $2\mu\text{m}$  at maximum per one drive.

[0028] Then, based on a change in output when the pulse stage 14 is displaced in the X-axis direction and a change in output when the pulse stage 14 is displaced in the Y-axis direction, a light amount adjusting direction shown in Fig. 6 is determined.

[0029] For example, in a case where a rise in output is detected when the pulse stage 14 is shifted to the + side of the X-axis and a rise in output is detected even when the pulse stage 14 is shifted to the + side of the Y-axis, the light amount adjusting direction is determined as A-direction in Fig. 6.

[0030] In addition, for example, in a case where a rise in output is detected when the pulse stage 14 is shifted to the + side of the X-axis and no rise in output is detected even when the pulse stage 14 is shifted to the + side or - side of the Y-axis, the light amount adjusting direction is determined as B-direction in Fig. 6. Herein, A through H-directions in Fig. 6 have been set in an equally spaced manner with reference to the shifting directions of the pulse stage 14. Thereafter, based on the estimated amount of misalignment and misalignment direction and the determined light amount adjusting direction, a correcting direction is determined, and a correcting area

is set.

[0031] For example, if the misalignment direction is estimated to be I-direction in Fig. 5 and the light amount adjusting direction is determined as A-direction in Fig. 6, then, as shown in Fig. 7, the correcting direction is determined as a direction  $\alpha$ , which divides an angle composed between both directions I and A into two equal parts. Herein, if the misalignment direction I is different from the light amount adjusting direction A by 90 degrees or more, the correcting direction  $\alpha$  is determined so as to coincide with the light amount adjusting direction A. Moreover, the correcting area is a square area which takes a value  $\beta$  obtained by the following formula:

(Estimated amount of misalignment) + (backlash)  $\times$  1.2

as one side and whose centerline is made to coincide with the correcting direction  $\alpha$ . For example, if the estimated amount of misalignment is  $3\mu\text{m}$  and the backlash is  $2\mu\text{m}$ , then, as shown in Fig. 7, the correcting area  $\gamma$  results in a square whose one side is  $5.4\mu\text{m}$ .

[0032] Then, an optical axis correction is carried out within the range of the set correcting area  $\gamma$ . Then, the pulse stage 14 is driven in an identical direction while the light amount is rising. Moreover, until the light amount decreases or until

the driving amount deviates from the range of the correcting area  $\gamma$ , the drive of the pulse stage 14 in an identical direction is continued. In addition, when the light amount reaches a target amount, the optical axis correction is finished. Herein, respective steps as these are automatically carried out without manpower.

[0033] Namely, according to such an optical axis correcting method, a relative displacement of the stem portion 2 and holder portion 3 in a useless direction can be prevented, thus an optical axis correction can be accurately carried out without a loss. Accordingly, the time required for an optical axis correction can be shortened.

[0034] In addition, since the amount of relative displacement between the stem portion 2 and holder portion 3 is limited to the inside of the correcting area  $\gamma$ , excessive application of a great force to the welding points between the stem portion 2 and holder portion 3 can be prevented. Thus, a separation between the stem portion 2 and holder portion 3 during an optical correction can be prevented. Furthermore, the present invention can also be applied to an optical axis correction of a reception-side module.

[0035]

[Effects of the Invention] As described above, an optical axis

correcting method for an optical communications fiber module of the present invention comprises: a first step of fixing a stem portion with an optical element onto a positioning stage freely displaceable in X-Y directions, respectively, holding an optical fiber and interlocking a holder portion having a flange portion, bringing the flange portion into contact against the stem portion, aligning an optical axis of the optical element with an optical axis of the optical fiber, and temporarily coupling the stem portion and the holder portion by applying welding to a plurality of mutually spaced positions along a marginal portion of the flange portion and arranged on an concentric circle; a second step of applying welding to a part along the marginal portion of the flange portion and estimating an amount of misalignment based on a value of light amount changed as a result of this welding; a third step of estimating a direction of misalignment between the optical axis of the optical element and optical axis of the optical fiber based on a position to which welding has been applied in the second step; a fourth step of detecting an increase/decrease in light amount by relatively displacing the stem portion and the holder portion by driving the positioning stage in the X-direction and Y-direction, respectively, and thereby determining a light amount adjusting direction; a fifth step

of determining a correcting direction based on the misalignment direction and the light amount adjusting direction and setting a correcting area based on this correcting direction; and a sixth step of correcting a misalignment between the optical axis of the optical element and optical axis of the optical fiber by relatively displacing the stem portion and the holder portion while adjusting the amount of displacement so as to be within the correcting area.

[0036] Accordingly, the present invention provides an effect such that the time required for an optical axis correction can be shortened and, furthermore, a separation between the stem portion and holder portion can be prevented.

#### [BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] A schematic view showing a condition where an optical communications fiber module and an assembling machine are viewed from above.

[Fig. 2] A schematic view showing a condition where an optical communications fiber module and an assembling machine are partially vertically cut and viewed from the side.

[Fig. 3] An explanatory view showing a welding point.

[Fig. 4] A graph showing a relationship between the amount of misalignment and optical fiber output.

[Fig. 5] An explanatory view showing a misalignment



direction.

[Fig. 6] An explanatory view showing a light amount adjusting direction.

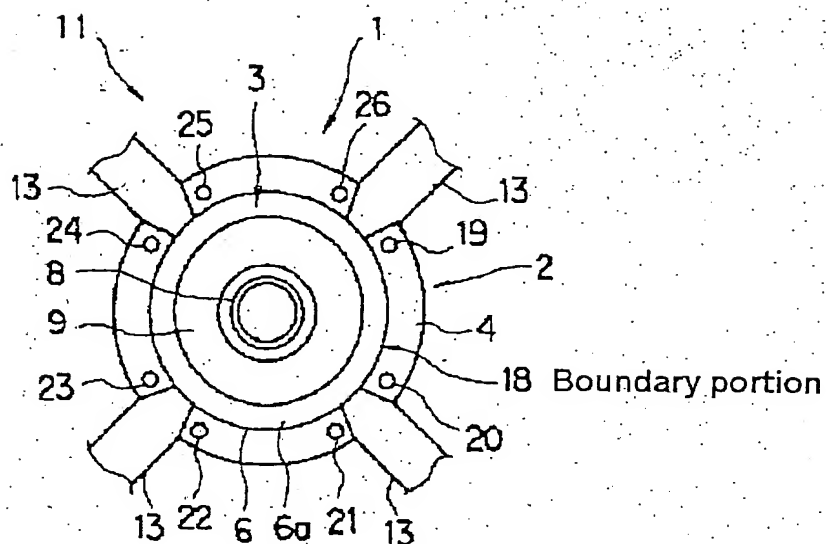
[Fig. 7] An explanatory view showing a correcting direction and a correcting area.

[Fig. 8] A perspective view showing a general optical communications fiber module with a partial cutaway.

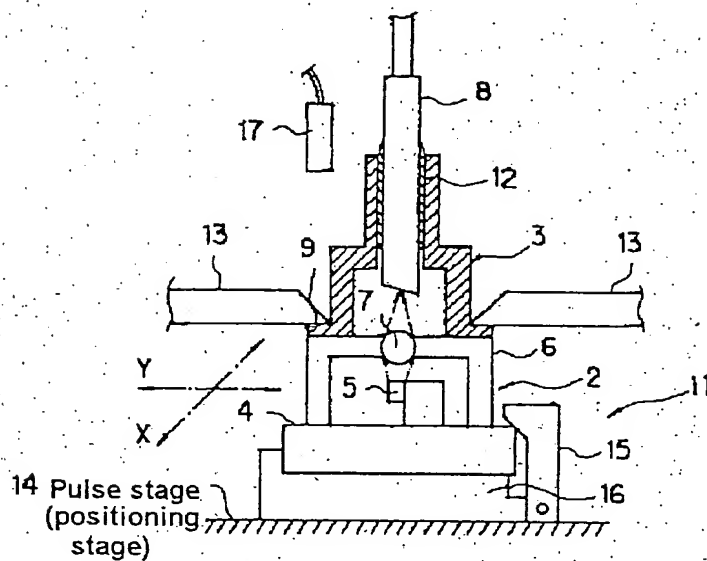
[Description of Symbols]

1 ... optical communications fiber module, 2 ... stem portion, 3 ... holder portion, 5 ... laser diode (optical element), 8 ... optical fiber, 9 ... flange portion, 14 ... pulse stage (positioning stage), 18 ... boundary portion.

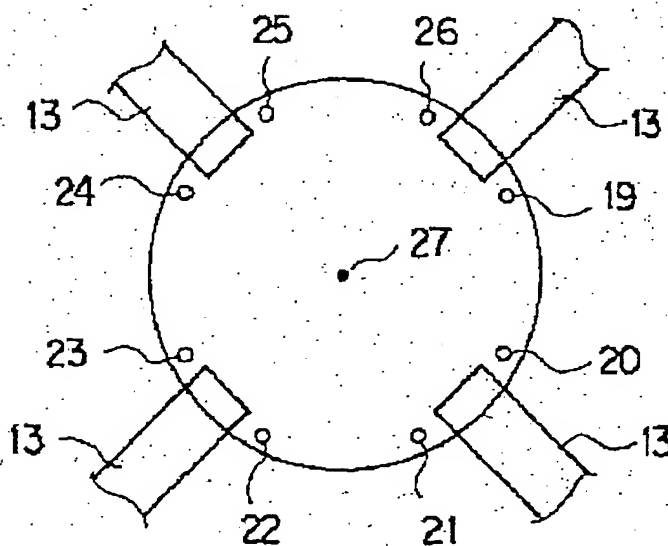
### Fig.1



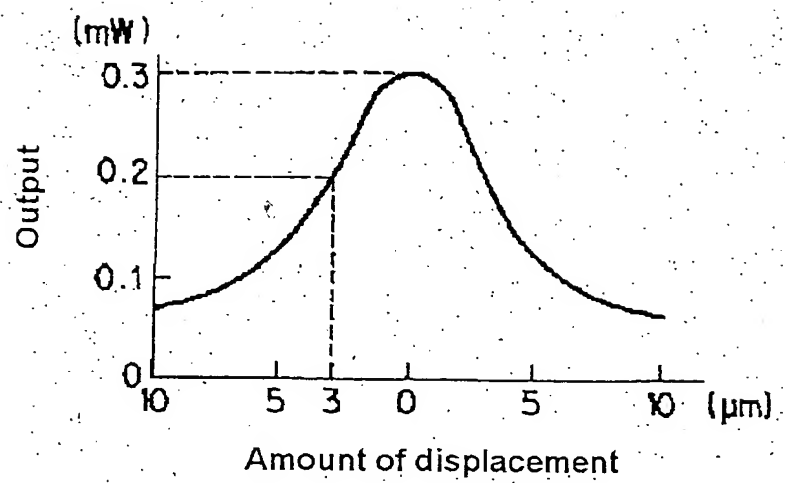
## Fig.2



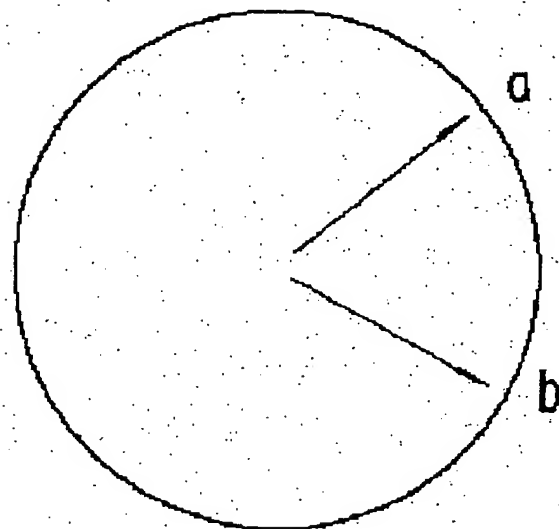
### Fig.3



**Fig.4**



**Fig.5**



**Fig.6**

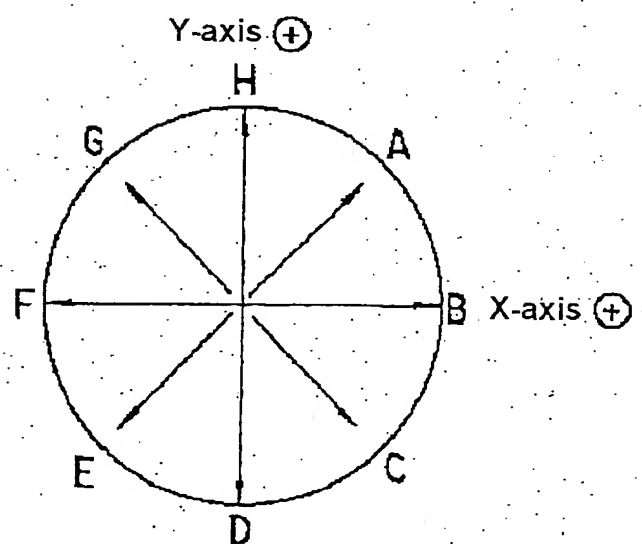


Fig.7

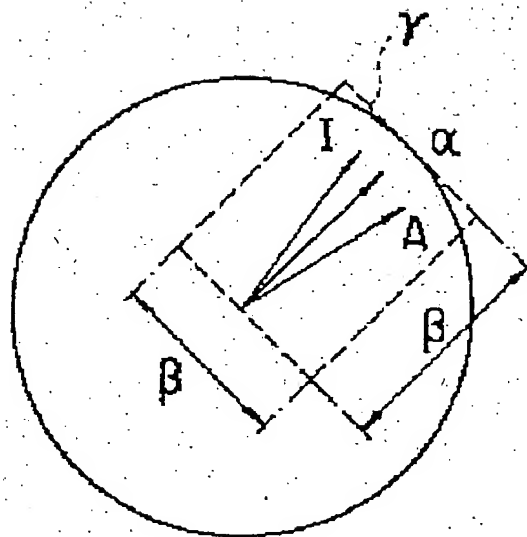


Fig.8

